

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Pohon Kelapa Sawit

2.1.1. Sejarah perkembangan industry *Pohon Kelapa Sawit*

Kelapa sawit (*elaeis guineensis jacq*) merupakan salah satu tanaman penghasil minyak nabati yang sangat penting. Dewasa ini, kelapa sawit tumbuh sebagai tanaman liar (hutan), setengah liar, dan sebagai tanaman budi daya yang tersebar di berbagai Negara beriklim tropis bahkan mendekati subtropis di Asia, Amerika Selatan, dan Afrika. Di Indonesia penyebarannya di daerah Aceh, pantai timur Sumatera, Jawa, dan Sulawesi.

Menurut penelitian bahwa Ca'da Mosto memperkenalkan kelapa sawit pada tahun 1435-1460. Terdapat cubaan untuk menanam kelapa sawit di India dan Kepulauan Maurutius pada tahun 1836. Pada tahun 1870 benih Deli Dura dibawa ke Asia Tenggara dan ditanam di Taman Botani Singapura. Pada tahun 1890 minyak kelapa sawit mula digunakan untuk membuat margarine. Lord Leverholme memperkenalkan milling dan pemrosesan minyak kelapa sawit. Tahun berikutnya kilang pemrosesan minyak kelapa sawit dibina di Belgium, Congo.

Pada tahun 1848 orang Belanda membawa kelapa sawit ke Indonesia yang kemudiannya ke Singapura dan Tanah Melayu. Kelapa sawit datang ke Tanah Melayu melalui Taman Botani Singapura sebagai Tanaman Hias. M.A.Hallet menanam pokok kelapa sawit Deli untuk pengeluaran komersial di Sumatera. Kemudian M. H. Fauconnire menanam pokok kelapa sawit Deli di Rantau Panjang, Selangor. Pada tahun 1917 bermulah penanaman kelapa sawit secara komersial di Estet Tannamaran, Kuala Selagor. Seterusnya di Estet Elmina, Kuala Selangor.

Industri sawit Malaysia dan Indonesia bermula apabila empat anak benih dari Afrika ditanam di Taman Botani Bogor, Indonesia pada tahun 1848. Benihnya dari Bogor ini kemudiannya ditanam di tepi-tepi jalan sebagai tanaman hiasan di Deli, Sumatera pada dekad 1870-an dan di Rantau Panjang, Kuala Selangor pada tahun 1991-1912.

Di Taman Botani Bogor terdapat pohon kelapa sawit yang tertua di Asia Tenggara yang berasal dari Afrika. Taman botani ini yang seluas 87 hektare dibina pada tahun 1817, dan merupakan usaha Prof. Dr. Reinwardt, ahli botani Belanda. Terdapat 20,000 tanaman di sini yang tergolong dalam 6,000 spesies.

Industri sawit Malaysia bermula pada tahun 1917 apabila Ladang Tenmaran di Kuala Selangor ditanam dengan benih dura Deli dari Rantau Panjang. Apabila pewarisan bentuk buah difahami, penanaman komersil beralih daripada bahan dura kepada kacukan dura x pisifera (D x P). Kacukan D x P menghasilkan buah tenera. Penanaman ladang yang menggunakan bahan D x P berlaku secara mendadak pada awal dekad 1960-an apabila FELDA membuka tanah rancangan secara besar-besaran.

Sumber: <http://agroteknologisawit.wordpress.com/about/>

2.1.2. Manfaat dan Keunggulan Tanaman Kelapa Sawit

Bagian yang paling utama untuk diolah dari kelapa sawit adalah buahnya. Bagian daging buah menghasilkan minyak kelapa sawit mentah yang diolah menjadi bahan baku minyak goreng. Kelebihan minyak nabati dari sawit adalah harga yang murah, rendah kolesterol, dan memiliki kandungan karoten tinggi. Minyak sawit juga dapat diolah menjadi bahan baku minyak alkohol, sabun, lilin, dan industri kosmetika. Sisa pengolahan buah sawit sangat potensial menjadi bahan campuran makanan ternak dan difermentasikan menjadi kompos. Tandan kosong dapat dimanfaatkan untuk mulsa tanaman kelapa sawit, sebagai bahan baku pembuatan pulp dan

pelarut organik, dan tempurung kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar dan pembuatan arang aktif.

Kelapa sawit mempunyai produktivitas lebih tinggi dibandingkan tanaman penghasil minyak nabati lainnya (seperti kacang kedele, kacang tanah dan lain-lain), sehingga harga produksi menjadi lebih ringan. Masa produksi kelapa sawit yang cukup panjang (22 tahun) juga akan turut mempengaruhi ringannya biaya produksi yang dikeluarkan oleh pengusaha kelapa sawit. Kelapa sawit juga merupakan tanaman yang paling tahan hama dan penyakit dibandingkan tanaman penghasil minyak nabati lainnya. Jika dilihat dari konsumsi per kapita minyak nabati dunia mencapai angka rata-rata 25 kg / th setiap orangnya, kebutuhan ini akan terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan meningkatnya konsumsi per kapita.



Gambar 2.1 Buah Kelapa Sawit

Sumber : <http://koleksi-foto-gambar.blogspot.com/2010/11/koleksi-foto-pohon-kelapa-sawit.html>.

2.1.3. Ciri-ciri Fisiologi Kelapa Sawit

a. Daun

Daun kelapa sawit merupakan daun majemuk. Daun berwarna hijau tua dan pelapah berwarna sedikit lebih muda. Penampilannya sangat mirip dengan tanaman salak, hanya saja dengan duri yang tidak terlalu keras dan tajam.

b. Batang

Batang tanaman kelapa sawit diselimuti bekas pelapah hingga umur 12 tahun. Setelah umur 12 tahun pelapah yang mengering akan terlepas sehingga menjadi mirip dengan tanaman kelapa.

c. Akar

Akar serabut tanaman kelapa sawit mengarah ke bawah dan samping. Selain itu juga terdapat beberapa akar napas yang tumbuh mengarah ke samping atas untuk mendapatkan tambahan aerasi.

d. Bunga

Bunga jantan dan betina terpisah dan memiliki waktu pematangan berbeda sehingga sangat jarang terjadi penyerbukan sendiri. Bunga jantan memiliki bentuk lancip dan panjang sementara bunga betina terlihat lebih besar dan mekar.

e. Buah

Buah sawit mempunyai warna bervariasi dari hitam, ungu, hingga merah tergantung bibit yang digunakan. Buah bergerombol dalam tandan yang muncul dari tiap pelapah.

Buah terdiri dari tiga lapisan:

- a) Eksoskarp, bagian kulit buah berwarna kemerahan dan licin.
- b) Mesoskarp, serabut buah
- c) Endoskarp, cangkang pelindung inti

Inti sawit merupakan endosperm dan embrio dengan kandungan minyak inti berkualitas tinggi.



Gambar 2.2. Pohon Kelapa Sawit

Sumber : <http://harno-blogspot.com/2012/05/tanaman-kelapa-sawit.html>.

2.1.4 Manfaat Lain Minyak Kelapa Sawit

Manfaat lain dari proses industri minyak kelapa sawit antara lain:

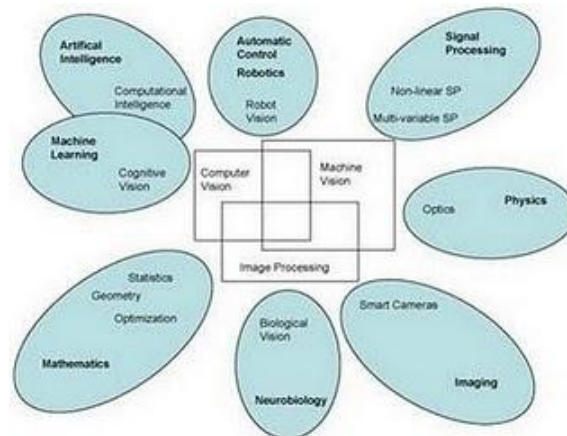
- a. Sebagai bahan bakar alternatif Biodiesel
- b. Sebagai nutrisi pakan ternak (cangkang hasil pengolahan)
- c. Sebagai bahan pupuk kompos (cangkang hasil pengolahan)
- d. Sebagai bahan dasar industri lainnya (industri sabun, detergent, industri kosmetik, industri makanan)
- e. Sebagai obat karena kandungan minyak nabati berprospek tinggi
- f. Sebagai bahan pembuat particle board (batang dan pelepah).
- g. Sebagai bahan pengganti oli samping pada mesin dua tak

2.2. Computer Vision

Computer Vision sering didefinisikan sebagai salah satu cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari bagaimana komputer dapat mengenali obyek yang diamati atau diobservasi. Arti dari Computer Vision adalah ilmu dan teknologi mesin yang melihat, di mana mesin mampu mengekstrak

informasi dari gambar yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas tertentu. Sebagai suatu disiplin ilmu, visi komputer berkaitan dengan teori di balik sistem buatan bahwa ekstrak informasi dari gambar. Data gambar dapat mengambil banyak bentuk, seperti urutan video, pandangan dari beberapa kamera, atau data multi-dimensi dari scanner medis. Sebagai disiplin teknologi, *Computer Vision* berusaha untuk menerapkan teori dan model untuk pembangunan sistem.

Pada *Computer Vision* terdapat kombinasi antara Pengolahan Citra dan Pengenalan Pola yang hubungannya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.3 Kombinasi Pengolahan Citra dan Pengenalan Pola

Sumber: http://3.bp.blogspot.com/_N_DUzbZBDJU/TNUM-AOOMrI/AAAAAAAAATo/tMufWhkVNz0/s1600/computer+vision.jpg

Pengolahan Citra (Image Processing) merupakan bidang yang berhubungan dengan proses transformasi citra atau gambar. Proses ini bertujuan untuk mendapatkan kualitas citra yang lebih baik. Sedangkan Pengenalan Pola (Pattern Recognition), bidang ini berhubungan dengan proses identifikasi obyek pada citra atau interpretasi citra. Proses ini bertujuan untuk mengekstrak informasi atau pesan yang disampaikan oleh gambar atau citra. [2]

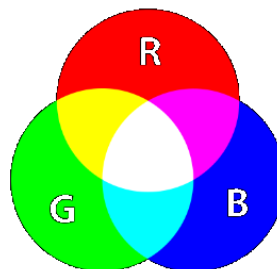
2.3. Jenis Citra

Nilai suatu *pixel* memiliki nilai dalam rentang tertentu, dari nilai minimum sampai nilai maksimum. Jangkauan yang berbeda-beda tergantung dari jenis warnanya. Namun secara umum jangkauannya adalah 0 – 255. Citra dengan penggambaran seperti ini digolongkan kedalam citra integer. Berikut adalah jenis-jenis citra berdasarkan nilai *pixel*nya [PDP10].

2.3.1. Citra RGB

RGB sering disebut sebagai warna additive. Hal ini karena warna dihasilkan oleh cahaya yang ada. Beberapa alat yang menggunakan color model RGB antara lain; mata manusia, projector, TV, kamera video, kamera digital, dan alat-alat yang menghasilkan cahaya. Proses pembentukan cahayanya adalah dengan mencampur ketiga warna tadi. Skala intensitas tiap warnanya dinyatakan dalam rentang 0 sampai 255.

Ketika warna Red memiliki intensitas sebanyak 255, begitu juga dengan Green dan Blue, maka terjadilah warna putih. Sementara ketika ketiga warna tersebut mencapai intensitas 0, maka terjadilah warna hitam, sama seperti ketika berada di ruangan gelap tanpa cahaya, yang tampak hanya warna hitam. Hal ini bisa dilihat ketika menonton di bioskop tua di mana proyektor yang digunakan masih menggunakan proyektor dengan 3 warna dari lubang yang terpisah, bisa terlihat ketika film menunjukkan ruangan gelap, cahaya yang keluar dari ketiga celah proyektor tersebut berkurang [DNE12].



Gambar 2.4 Warna RGB

Sumber: <http://adithgeek.files.wordpress.com/2012/07/400px-additivecolor-svg.png>

2.3.2. Citra Biner

Citra biner adalah citra digital yang hanya memiliki dua kemungkinan nilai pixel yaitu hitam dan putih. Citra biner juga disebut sebagai citra B&W (black dan white) atau citra monokrom. Hanya dibutuhkan 1 bit untuk mewakili nilai setiap pixel dari citra biner.

Citra biner sering kali muncul sebagai hasil dari proses pengolahan seperti segmentasi, pengambangan, morfologi, ataupun dithering [PDP10].



Gambar 2.5 Citra Biner

Sumber: <http://donipunya.files.wordpress.com/2008/05/citra-biner-negasil.jpg>

2.3.3. Citra Gray

Citra grayscale merupakan citra digital yang hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap pixelnya, dengan kata lain nilai bagian RED=GREEN=BLUE. Nilai tersebut digunakan untuk menunjukkan tingkat intensitas. Warna yang dimiliki adalah warna dari hitam, keabuan dan putih. Tingkat keabuan disini merupakan warna abu dengan berbagai tingkatan dari hitam hingga mendekati putih. Citra grayscale berikut memiliki kedalaman warna 8 bit (256 kombinasi warna keabuan) [PDP10].



Gambar 2.6 Citra *Grayscale*

Sumber: <http://mulinnuha.files.wordpress.com/2010/01/lena2.jpg>

2.4. Pemrosesan Data Awal

2.4.1. Konversi Gambar Array ke Gambar Grayscale

Merubah citra menjadi citra grayscale adalah salah satu contoh proses pengolahan citra menggunakan operasi titik. Untuk mengubah citra RGB menjadi citra grayscale adalah dengan menghitung rata-rata nilai intensitas RGB setiap pixel penyusun tersebut. Rumusan matematis yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\text{Citra Abu-Abu} = 0,2989 * R + 0,587 * G + 0,114 B \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

R : Nilai warna merah

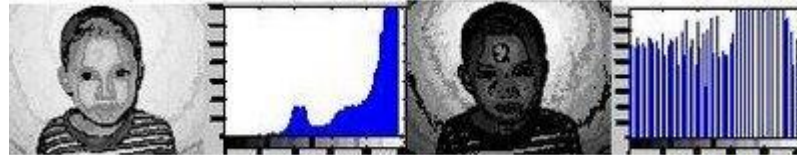
G : Nilai warna hijau

B : Nilai warna biru

2.4.2. Ekualisasi Histogram

Ekualiasi histogram adalah suatu tehnik perbaikan citra yang cara memanipulasi masing-masing piksel citra. Oleh karena itu histeq (histogram Equalisasi) disebut bekerja dibidang spasial.

Dengan histogram equalisasi kontras citra di stretch (direganggangkan), sehingga titik atau pixel yang gelap semakin gelap sedangkan yang terang semakin terang



Gambar 2.7. Perbandingan Image Sebelum Dan Setelah Dilakukan Ekualisasi Histogram

Sumber : <http://arizona.blogspot.com/2012/11/pembuatan-histogram-menggunakan-matlab.html>

2.4.3. Inversi Citra

Inverse citra adalah proses negative pada citra, misalkan citra, dimana setiap nilai citra dibalik dengan acuan threshold yang diberikan. Proses ini banyak digunakan pada citra-citra medis seperti usg dan X-Ray. Untuk citra dengan derajat keabuan 256, proses inverse citra didefinisikan dengan :

$$X_n = 255 - x$$

2.4.4. Median Filtering

Metode median filter merupakan filter non-linear yang dikembangkan Tukey, yang berfungsi untuk menghaluskan dan mengurangi *noise* atau gangguan pada citra. Dikatakan nonlinear karena cara kerja penapis ini tidak termasuk kedalam kategori operasi konvolusi. Operasi nonlinear dihitung dengan mengurutkan nilai intensitas sekelompok *pixel*, kemudian menggantikan nilai *pixel* yang diproses dengan nilai tertentu.

Pada *median filter* suatu *window* atau penapis yang memuat sejumlah *pixel* ganjil digeser titik per titik pada seluruh daerah citra.

Nilai-nilai yang berada pada *window* diurutkan secara *ascending* untuk kemudian dihitung nilai mediannya. Nilai tersebut akan menggantikan nilai yang berada pada pusat bidang *window*.

Jika suatu *window* ditempatkan pada suatu bidang citra, maka nilai *pixel* pada pusat bidang *window* dapat dihitung dengan mencari nilai median dari nilai intensitas sekelompok *pixel* yang telah diurutkan. Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$g(x,y) = \text{Median } \{f(x-i, y-j) \mid (i,j) \in w\} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

$g(x,y)$: merupakan citra yang dihasilkan dari citra $f(x,y)$

w : sebagai *window* yang ditempatkan pada bidang citra

(i,j) : elemen dari window tersebut.

2.4.5. Morfologi

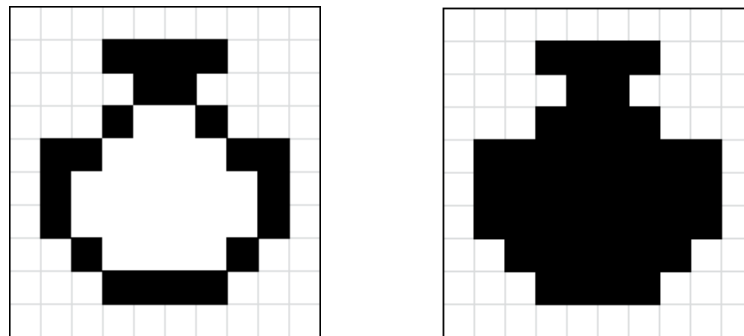
Morfologi adalah teknik pengolahan citra digital dengan menggunakan bentuk (shape) sebagai pedoman dalam pengolahan. Nilai dari setiap pixel dalam citra digital hasil diperoleh melalui proses perbandingan antara pixel yang bersesuaian pada citra digital masukan dengan pixel tetangganya. Operasi morfologi bergantung pada urutan kemunculan dari pixel, tidak memperhatikan nilai numeric dari pixel sehingga teknik morfologi sesuai apabila digunakan untuk melakukan pengolahan binary image dan grayscale image.

Dengan mengatur atau memilih ukuran dan bentuk dari matrik kernel (structuring element) yang digunakan maka kita dapat mengatur sensitivitas operasi morfologi terhadap bentuk tertentu (spesifik) pada citra digital masukan. Operasi morfologi standar yang dilakukan adalah proses erosi dan dilatasi. Dilatasi adalah proses penambahan pixel pada batas dari suatu objek pada citra digital masukan, sedangkan erosi adalah proses pemindahan/pengurangan

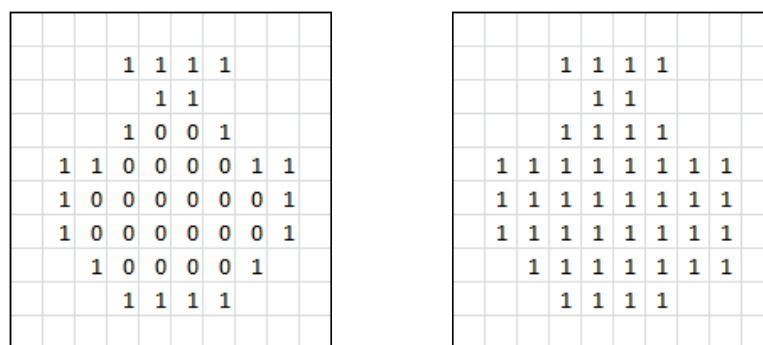
pixel pada batas dari suatu objek. Jumlah pixel yang ditambahkan atau yang dihilangkan dari batas objek pada citra digital masukan tergantung pada ukuran dan bentuk dari structuring element yang digunakan.

2.4.5.1 Image Filling (Pengisian)

Operasi pengisian merupakan kebalikan dari operasi pencarian batas citra. Pada operasi ini, citra masukan adalah citra batas/kontur, kemudian dilakukan pengisian sehingga diperoleh segmen objek yang solid. Prosesnya dimulai dengan menentukan titik awal pengisian yang terletak di dalam objek, kemudian bergerak ke arah titik-titik tetanganya.



Gambar 2.8 Proses *Image Filling*



Gambar 2.9 *Pixel Biner* Proses *Image Filling*

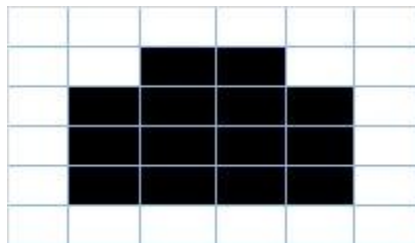
2.4.5.2. Dilasi

Dilasi adalah operasi morfologi yang akan menambahkan pixel pada batas antar objek dalam suatu citra digital. Atau secara

rinci Dilasi merupakan suatu proses menambahkan piksel pada batasan dari objek dalam suatu image sehingga nantinya apabila dilakukan operasi ini maka image hasilnya lebih besar ukurannya dibandingkan dengan image aslinya.

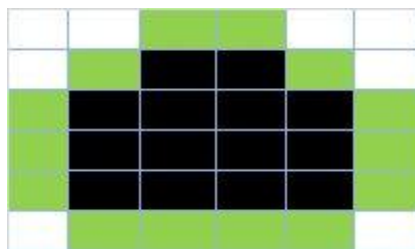
Contoh:

Di bawah ini merupakan hasil image setelah dilakukan proses Dilasi dari Original Image dengan Structuring Element yang telah ditentukan di atas. Warna hijau merupakan pixel tambahan setelah dilakukan Dilasi



Gambar 2.10. Gambar Asli Citra

Sumber : <http://mochamadyagi.files.wordpress.com/2012/04/5.jpg>



Gambar 2.11. Hasil citra setelah dilakukan dilasi

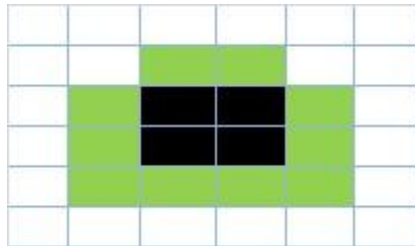
sumber : <http://mochamadyagi.files.wordpress.com/2012/04/7.jpg>

2.4.5.3.Erosi

Erosi merupakan kebalikan dari Dilasi. Proses ini akan membuat ukuran sebuah citra menjadi lebih kecil. Berbeda dengan dilatasi, apabila erosi dilakukan maka yang dikerjakan adalah memindahkan piksel pada batasan-batasan objek yang akan di erosi.

Jumlah dari piksel yang ditambah atau dihilangkan bergantung pada ukuran dan bentuk dari structuring element yang digunakan untuk memproses image tersebut.

Di bawah ini merupakan hasil image setelah dilakukan proses Erosi dari Original Image dengan Structuring Element yang telah ditentukan di atas. Warna hijau merupakan pixel dihilangkan setelah dilakukan proses Erosi, sehingga pixel hasilnya hanya yang berwarna hitam.



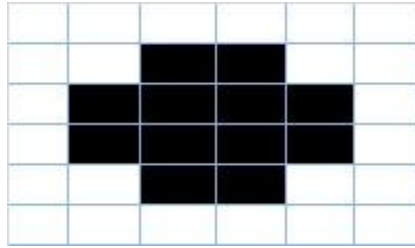
Gambar 2.12. Hasil Citra Setelah Dilakukan Erosi

<http://mochamadyagi.files.wordpress.com/2012/04/9.jpg>

2.4.5.4. Closing

Closing merupakan kombinasi dimana suatu citra dikenai operasi dilasi dilanjutkan dengan erosi. Operasi closing juga cenderung akan memperhalus objek pada citra, namun dengan cara menyambung pecahan-pecahan (fuses narrow breaks and thin gulf) dan menghilangkan lubang-lubang kecil pada objek.

Di bawah ini merupakan hasil image setelah dilakukan proses Closing dari Original Image dengan Structuring Element yang telah ditentukan di atas. Proses yang dilakukan untuk mendapatkan Closing adalah dengan cara melakukan operasi dilasi, lalu hasil dilasi tersebut dilakukan proses erosi lagi.



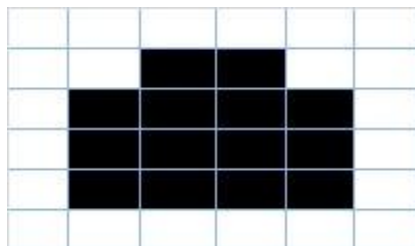
Gambar 2.13. Hasil Citra Setelah Dilakukan Opening

<http://mochamadyagi.files.wordpress.com/2012/04/9.jpg>

2.4.5.5. Opening

Opening merupakan kombinasi proses dimana suatu citra digital dikenai operasi erosi dilanjutkan dengan dilasi. Operasi opening pada citra mempunyai efek memperhalus batas-batas objek, memisahkan objek-objek yang sebelumnya bergandengan, dan menghilangkan objek-objek yang lebih kecil daripada ukuran structuring.

Di bawah ini merupakan hasil image setelah dilakukan proses Opening dari Original Image dengan Structuring Element yang telah ditentukan di atas. Proses yang dilakukan untuk mendapatkan opening adalah dengan cara melakukan operasi erosi, lalu hasil erosi tersebut di dilasi lagi.



Gambar 2.14. Hasil Citra Setelah Dilakukan Closing

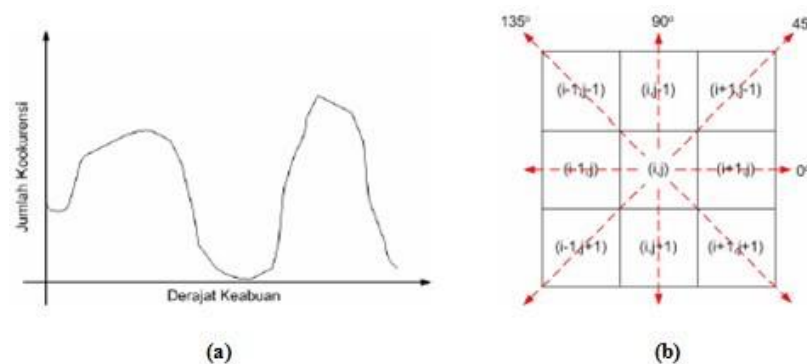
<http://mochamadyagi.files.wordpress.com/2012/04/5.jpg>

2.5. Analisis Tekstur

Tekstur merupakan karakteristik intrinsik dari suatu citra yang terkait dengan tingkat kekasaran (roughness), granularitas (granulation), dan keteraturan (regularity) susunan struktural piksel. Aspek tekstural dari

sebuah citra dapat dimanfaatkan sebagai dasar dari segmentasi, klasifikasi, maupun interpretasi citra.

Analisis tekstur lazim dimanfaatkan sebagai proses antara untuk melakukan klasifikasi dan interpretasi citra. Suatu proses klasifikasi citra berbasis analisis tekstur pada umumnya membutuhkan tahapan ekstraksi ciri, yang terdiri dari tiga macam metode yaitu metode statistik, metode spektral dan metode struktural. Metode GLCM termasuk dalam metode statistik dimana dalam perhitungan statistiknya menggunakan distribusi derajat keabuan (histogram) dengan mengukur tingkat kontras, granularitas, dan kekasaran suatu daerah dari hubungan ketetanggaan antar piksel di dalam citra. Paradigma statistik ini penggunaannya tidak terbatas, sehingga sesuai untuk tekstur-tekstur alami yang tidak terstruktur dari sub pola dan himpunan aturan (mikrostruktur). Metode statistik terdiri dari ekstraksi ciri orde pertama dan ekstraksi ciri orde kedua. Ekstraksi ciri orde pertama dilakukan melalui histogram citra sedangkan ekstraksi ciri statistik orde kedua dilakukan dengan matriks kookurensi, yaitu suatu matriks antara yang merepresentasikan hubungan ketetanggaan antar piksel dalam citra pada berbagai arah orientasi dan jarak spasial. Ilustrasi ekstraksi ciri statistik ditunjukkan pada gambar 2.24 [5]



Gambar 2.15. Ilustrasi ekstraksi ciri statistik, (a) Histogram citra sebagai fungsi probabilitas kemunculan nilai intensitas pada citra, (b) Hubungan ketetanggaan antar piksel sebagai fungsi orientasi dan jarak spasial

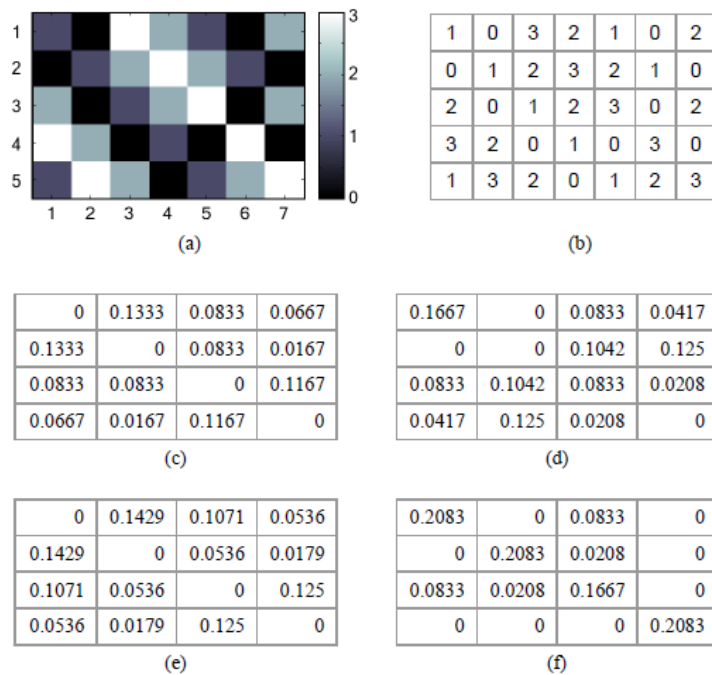
Sumber: [http://i1211.photobucket.com/albums/cc432/arditel/2011-01-](http://i1211.photobucket.com/albums/cc432/arditel/2011-01-23_060324.jpg)

[23_060324.jpg](http://i1211.photobucket.com/albums/cc432/arditel/2011-01-23_060324.jpg)

2.5.1 Co-occurrence Matrix

Co-occurrence berarti kejadian bersama, yaitu jumlah kejadian satu level nilai piksel bertetangga dengan satu level nilai piksel lain dalam jarak (d) dan orientasi sudut (θ) tertentu. Jarak dinyatakan dalam piksel dan orientasi dinyatakan dalam derajat. Orientasi dibentuk dalam empat arah sudut dengan interval sudut 45° , yaitu 0° , 45° , 90° , dan 135° . Sedangkan jarak antar piksel biasanya ditetapkan sebesar 1 piksel.

Co-occurrence Matrix merupakan matriks bujursangkar dengan jumlah elemen sebanyak kuadrat jumlah level intensitas piksel pada citra. Setiap titik (p, q) pada co-occurrence matrix berorientasi θ berisi peluang kejadian piksel bernilai p bertetangga dengan piksel bernilai q pada jarak d serta orientasi θ dan $(180-\theta)$ [DNE12].



Gambar 2.16 Ilustrasi pembuatan co-occurrence matrix

- (a) Citra Masukan
- (b) Nilai Intensitas Citra masukan
- (c) Hasil Matriks kookurensi 0°
- (d) Hasil Matriks kookurensi 45°
- (e) Hasil Matriks kookurensi 90°
- (f) Hasil Matriks kookurensi 135°

Setelah memperoleh matriks kookurensi tersebut, Langkah selanjutnya yakni mencari nilai rata-rata dari sudut 0° , 45° , 90° , dan 135° , hasil perhitungan dapat dilihat pada gambar 2.26

0.0938	0.0690	0.0893	0.0405
0.0690	0.0521	0.0655	0.0399
0.0893	0.0655	0.0625	0.0656
0.0405	0.0399	0.0656	0.0521

Gambar 2.17 Perhitungan nilai rata-rata

Berikut adalah nilai matriks i dan j yang nantinya akan digunakan sebagai pelengkap perhitungan.

i				j			
1	2	3	4	1	2	3	4
1	2	3	4	1	2	3	4
1	2	3	4	1	2	3	4
1	2	3	4	1	2	3	4

(a)
(b)

Gambar 2.13 (a) nilai Matriks variable i (b) nilai matriks variable j

Setelah memperoleh nilai rata-rata, kita dapat menghitung ciri statistik orde dua yang merepresentasikan citra yang diamati. Haralick et al mengusulkan berbagai jenis ciri tekstural yang dapat diekstraksi dari matriks kookurensi. Dalam modul ini dicontohkan perhitungan 6 ciri statistik orde dua, yaitu *Angular Second Moment*, *Contrast*, *Correlation*, *Variance*, *Inverse Difference Moment*, dan *Entropy* [PCD4].

1. *Angular Second Moment (ASM)*

Menunjukkan ukuran sifat homogenitas citra.

$$ASM = \sum_i \sum_j \{p(i,j)\}^2 \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

$p(i,j)$: merupakan menyatakan nilai pada baris i dan kolom j pada matriks kookurensi.

Berikut adalah perhitungan nilai ASM

0.0938	0.0690	0.0893	0.0405
0.0690	0.0521	0.0655	0.0399
0.0893	0.0655	0.0625	0.0656
0.0405	0.0399	0.0656	0.0521

(a)

0.0088	0.0048	0.0080	0.0016
0.0048	0.0027	0.0043	0.0016
0.0080	0.0043	0.0039	0.0043
0.0016	0.0016	0.0043	0.0027

(b)

Keterangan:

- (a) Adalah nilai dari penjumlahan masing-masing sudut dibagi dengan banyaknya sudut (nilai rata-rata)
- (b) Adalah nilai dari masing-masing *pixel* yang sudah dipangkat 2
- (c) Jika nilai (b) dijumlahkan, maka hasil yang diperoleh yakni nilai ASM = 0.0672

2. Contrast

Menunjukkan ukuran penyebaran (momen inersia) elemen-elemen matriks citra. Jika letaknya jauh dari diagonal utama, nilai kekontrasan besar. Secara visual, nilai kekontrasan adalah ukuran variasi antar derajat keabuan suatu daerah citra. Berikut adalah adalah perhitungan nilai CON

$$CON = \sum_i k^2 \left[\sum_i \sum_j p(i,j) \right] \dots\dots\dots (2.4)$$

(i-j)^2 = k			
0	1	4	9
1	0	1	4
4	1	0	1
9	4	1	0

(a)

k*rata-rata			
0	0.0690	0.3571	0.3643
0.0690	0	0.0655	0.1595
0.3571	0.0655	0	0.0656
0.3643	0.1595	0.0656	0

(b)

Keterangan:

- (a) Hasil pengurangan nilai dari variable i dengan nilai variable j kemudian dikuadratkan, perhitungan ini digunakan sebagai nilai dari variable k
- (b) Hasil perkalian dari nilai variable k dengan nilai dari variable rata-rata
- (c) Sehingga jika dikerjakan sesuai dengan rumus 2.11 maka nilai yang diperoleh untuk $CON = 2.1622$

3. Correlation

Menunjukkan ukuran ketergantungan linear derajat keabuan citra sehingga dapat memberikan petunjuk adanya struktur linear dalam citra. Berikut adalah perhitungan nilai COR

$$COR = \frac{\sum_i \sum_j (ij) \cdot p(i,j) - \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana:

μ_x : adalah nilai rata-rata elemen kolom pada matriks $p(i,j)$

μ_y : adalah nilai rata-rata elemen baris pada matriks $p(i,j)$

σ_x : adalah nilai standar deviasi elemen pada kolom $p(i,j)$

σ_y : adalah nilai standar deviasi elemen pada baris $p(i,j)$

0.0938	0.0690	0.0893	0.0405	μ_x	2.3865	σ_x	1.1038
0.0690	0.0521	0.0655	0.0399	μ_y	2.3865	σ_y	1.1038
0.0893	0.0655	0.0625	0.0656	$\mu_x * \mu_y$	5.6952	$\sigma_x * \sigma_y$	1.2184
0.0405	0.0399	0.0656	0.0521				

(a)

(b)

$i*j$

$(i*j)*a$

1	2	3	4	0.0938	0.1381	0.2679	0.1619
2	4	6	8	0.1381	0.2083	0.3929	0.3190
3	6	9	12	0.2679	0.3929	0.5625	0.7875
4	8	12	16	0.1619	0.3190	0.7875	0.8333

(c)

(d)

Keterangan:

- (a) Adalah nilai dari penjumlahan masing-masing sudut dibagi dengan banyaknya sudut (nilai rata-rata)
- (b) Adalah nilai rata-rata dan standar deviasi
- (c) Adalah nilai perkalian matriks i dengan j
- (d) Adalah nilai dari matriks (c) dikalikan dengan nilai dari matriks (a)
- (e) Sehingga jika dikerjakan sesuai dengan rumus 2.12 maka nilai yang diperoleh untuk $COR = 0.1127$

4. Variance

Menunjukkan variasi elemen-elemen matriks kookurensi. Citra dengan transisi derajat keabuan kecil akan memiliki variansi yang kecil pula. Berikut adalah perhitungan nilai VAR

$$VAR = \sum_i \sum_j (i - \mu_x)(j - \mu_y)p(i, j) \dots\dots\dots (2.6)$$

$i - \mu_x$			
-1.3865	-1.3865	-1.3865	-1.3865
-0.3865	-0.3865	-0.3865	-0.3865
0.6135	0.6135	0.6135	0.6135
1.6135	1.6135	1.6135	1.6135

(a)

$j - \mu_y$			
-1.3865	-1.3865	-1.3865	-1.3865
-0.3865	-0.3865	-0.3865	-0.3865
0.6135	0.6135	0.6135	0.6135
1.6135	1.6135	1.6135	1.6135

(b)

$(i - \mu_x) * (j - \mu_y)$			
1.9223	0.5358	-0.8506	-2.2371
0.5358	0.1494	-0.2371	-0.6236
-0.8506	-0.2371	0.3764	0.9900
-2.2371	-0.6236	0.9900	2.6035

(c)

0.1802	0.0370	-0.0760	-0.0905
0.0370	0.0078	-0.0155	-0.0249
-0.0760	-0.0155	0.0235	0.0650
-0.0905	-0.0249	0.0650	0.1356

(d)

Keterangan:

- (a) Adalah hasil pengurangan antara matriks pada variable i dengan nilai pada variable μ_x

- (b) Adalah hasil pengurangan antara matriks pada variable j dengan nilai pada variable μ_y
- (c) Adalah hasil perkalian dari (a) dengan (b)
- (d) Adalah hasil perkalian antara nilai pada hasil (c) dengan nilai rata-rata awal
- (e) Sehingga jika dikerjakan sesuai dengan rumus 2.13 maka nilai yang diperoleh untuk $COR = 0.1373$

5. Inverse Difference Moment

Menunjukkan kehomogenan citra yang berderajat keabuan sejenis. Citra homogen akan memiliki harga IDM yang besar. Berikut adalah perhitungan nilai IDM

$$IDM = \sum_i \sum_j \frac{1}{1 + (i - j)^2} p(i, j) \dots\dots\dots (2.7)$$

$1+(i-j)^2$				$\frac{1}{1 + (i - j)^2} p(i, j)$			
1	2	5	10	0.0938	0.0345	0.0179	0.0040
2	1	2	5	0.0345	0.0521	0.0327	0.0080
5	2	1	2	0.0179	0.0327	0.0625	0.0328
10	5	2	1	0.0040	0.0080	0.0328	0.0521

(a)

(b)

Keterangan:

- (a) Adalah hasil 1 ditambah dengan matriks variable i dikurang dengan matriks variable j kemudian dikuadratkan
- (b) Adalah hasil dari 1 dibagi dengan hasil (a) kemudian dikalikan dengan nilai rata-rata awal
- (c) Sehingga jika dikerjakan sesuai dengan rumus 2.14 maka nilai yang diperoleh untuk $IDM = 0.5203$

6. Entropy

Menunjukkan ukuran ketidakaturan bentuk. Harga ENT besar untuk citra dengan transisi derajat keabuan merata dan bernilai

kecil jika struktur citra tidak teratur (bervariasi). Berikut adalah perhitungan nilai ENT

$$ENT_2 = - \sum_i \sum_j p(i,j) \cdot {}^2\log p(i,j) \dots\dots\dots (2.8)$$

$-\sum_i p(i,j)$				${}^2\log p(i,j)$			
-0.0938	-0.0690	-0.0893	-0.0405	-3.4150	-3.8563	-3.4854	-4.6268
-0.0690	-0.0521	-0.0655	-0.0399	-3.8563	-4.2630	-3.9329	-4.6482
-0.0893	-0.0655	-0.0625	-0.0656	-3.4854	-3.9329	-4.0000	-3.9296
-0.0405	-0.0399	-0.0656	-0.0521	-4.6268	-4.6482	-3.9296	-4.2630

(a)

(b)

$$-\sum_i p(i,j) * {}^2\log p(i,j)$$

0.3202	0.2663	0.3112	0.1873
0.2663	0.2220	0.2575	0.1854
0.3112	0.2575	0.2500	0.2579
0.1873	0.1854	0.2579	0.2220

(c)

Keterangan:

- (a) Adalah hasil dari nilai rata-rata awal dengan ditambah min
- (b) Adalah hasil dari ${}^2\log p(i,j)$
- (c) Adalah hasil perkalian antara nilai hasil pada (a) dengan nilai hasil pada (b)
- (d) Sehingga jika dikerjakan sesuai dengan rumus 2.15 maka nilai yang diperoleh untuk IDM = 3,9452

2.6. Metode Fuzzy C-Means

Metode komputasi statistik telah diperkenalkan untuk mengekstrak informasi tutupan lahan secara digital di citra penginderaan jauh. Beberapa diantaranya mampu bekerja tanpa didasarkan pada training area, akan tetapi beberapa metode menuntut adanya daerah sampel atau training area untuk

mengeksktrak informasi tutupan lahan tersebut, metode seperti ini disebut supervised classification.

Algoritma Fuzzy C-Means mengidentifikasi daerah sampel sebelum melakukan pengelompokan data . Dalam proses identifikasi daerah-daerah sampel ini sebagian algoritma akan mengambil beberapa cluster tertentu dan masing-masing kelompok daerah sampel.

Metode Fuzzy C-Means merupakan kandidat ideal untuk mengkonstruksi hal yang berkaitan berdasarkan percobaan data. Faktanya, algoritma ini cenderung menyelesaikan sebuah formasi partisi data menjadi beberapa (biasanya mengatur jumlahan) kategori. Seperti algoritma *Fuzzy C-Means* (FCM), atau *Fuzzy Isodata*, merupakan contoh kategori ini. Seperti yang sudah diputuskan, metode tersebut mengambil pertimbangan beberapa variabel atau memasukkan beberapa aspek langsung pada model *fuzzy*.

Fuzzy C-Means (FCM) adalah metode clustering, yang memungkinkan satu bagian dari data milik dua atau lebih cluster. Penggunaan data pengukuran digunakan untuk melihat data gambar dengan mempertimbangkan dalam spektrum domain saja. Namun, metode ini diterapkan untuk mencari keteraturan umum dalam pola gabungan berfokus pada menemukan kelas tertentu bentuk geometris oleh fungsi objek tertentu. Dipertimbangkan dalam spektral domain, yang mana FCM tidak pernah memanfaatkan properti ini.

Informasi spasial ditambahkan sementara cluster data dengan informasi spektral memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan prosedur segmentasi spektral diikuti oleh filter spasial. Selain itu, penggunaan informasi spasial dapat meningkatkan pemisahan dari dua cluster yang saling tumpang tindih, ketika dua cluster tumpang tindih dalam domain spasial yang berhubungan dengan dua objek yang berbeda dalam domain spasial.

Konsep dasar dari *Fuzzy C-Means* adalah menentukan pusat cluster, yang akan menandai lokasi rata-rata untuk setiap cluster. Dengan cara memperbaiki pusat cluster dan derajat keanggotaan setiap titik data secara

berulang. maka akan dapat dilihat bahwa pusat cluster akan bergerak menuju lokasi yang tepat. Perulangan ini didasarkan pada minimalisasi fungsi obyektif yang menggambarkan jarak dari titik data yang diberikan ke pusat cluster yang terbobot oleh derajat keanggotaan titik data tersebut.

Keanggotaan sebuah data tidak diberi nilai secara tegas dengan nilai 1 (menjadi anggota) dan 0 (tidak menjadi anggota), melainkan dengan suatu nilai derajat keanggotaan yang jangkauan nilainya 0 sampai 1. Nilai keanggotaan suatu data dalam sebuah himpunan menjadi 0 ketika data sama sekali bukan anggota, dan 1 ketika data menjadi anggota secara penuh dalam suatu himpunan. Umumnya nilai keanggotaannya antara 0 dan 1, Semakin tinggi nilai keanggotaannya, semakin tinggi derajat keanggotaannya, dan semakin kecil, semakin rendah derajat keanggotaannya.

Algoritma Fuzzy C-Means:

1. Mulai
2. Tentukan jumlah *Cluster*
3. Menentukan Pseudo partition nilai keanggotaan setiap data pada setiap *Cluster*.

Perhitungan didapatkan dari data tiap cluster dikalikan dengan data citra yang telah di ekstraksi menggunakan metode Co-occurrence Matrix.

4. Hitung nilai derajat keanggotaan masing-masing *Cluster*

Menghitung nilai derajat keanggotaan dengan cara memperbaiki pusat cluster dan derajat keanggotaan setiap titik data secara berulang. Perulangan ini didasarkan pada minimisasi fungsi obyektif .

5. Kembali ke langkah 3 apabila perubahan nilai derajat keanggotaan masih diatas nilai ambang yang ditentukan.
6. Memilih *Cluster* dengan nilai derajat keanggotaan terbesar

Setelah diketahui jarak setiap data latih dan data uji , maka data yang diambil ada pada iterasi-52 dan data yang di ambil adalah nilai setiap data pada setiap cluster dengan nilai keanggotaan terbesar.

Memilih Iterasi-52 (karena proses iterasi sudah mencapai iterasi maksimal yang ditentukan, maka proses dihentikan, dan cluster yang didapat dinyatakan yang paling konvergen)

7. Pasangkan kelompok kelas yang bersesuaian

Setelah di tentukan cluster dengan nilai keanggotaan terbesar maka hasil data dikelompokkan pada kelas citra yang dibuat. Maka bisa di ketahui beberapa kelompok kelas yang akan di tujukan pada data uji tersebut, apakah masuk ke kelompok kelas pohon kepala sawit muda atau pohon kepala sawit tua.

8. Cari jumlah kelompok kelas yang terbanyak dan tetapkan kelompok kelas tersebut sebagai kelompok kelas data yang akan dievaluasi

9. Selesai.

Setiap data mempunyai derajat keanggotaan pada setiap kelompok, dinyatakan dengan U_{ij} , dengan nilai di antatra 0 dan 1. I menyatakan data X_i , dan j menyatakan kelompok C_j . Jumlah nilai derajat keanggotaan setiap data X_i selalu sama dengan 1. Formulasinya :

$$\sum_{j=1}^k U_{ij} = 1 \quad \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan :

U_{i1} : Nilai derajat keanggotaan

Setiap kelompok C_j berisi paling sedikit satu data dengan nilai keanggotaan tidak nol, tetapi tidak berisi derajat satu pada semua data. Formulasinya:

$$0 < \sum_{i=1}^m U_{ij} < m \quad \dots\dots\dots (2.10)$$

Seperti halnya teori himpunan fuzzy yang menyatakan bahwa suatu data bisa menjadi anggota di beberapa himpunan yang dinyatakan dengan nilai derajat keanggotaan pada setiap himpunan, dalam FCM, setiap data juga menjadi anggota pada setiap kelompok dengan derajat keanggotaan U_{ij} . Nilai keanggotaan data X_i pada kelompok V_j diformulasikan dalam formula berikut :

$$C_{ij} = \frac{D(X_i, C_j)^{\frac{2}{w-1}}}{\sum_{i=1}^k D(X_i, C_j)^{\frac{2}{w-1}}} \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan :

C_{ij} : Fungsi ukuran jarak untuk Euclidean pada pusat cluster ke- i dan data ke j

W : bobot pangkat

D : Jarak

Parameter C_j adalah Pusat *Cluster* kelompok ke- j , dan $D()$ adalah jarak antara data dengan sentroid. w adalah parameter bobot pangkat (weighting exponent) yang diperkenalkan dalam FCM. Tidak ada nilai ketepatan, biasanya nilai $w > 1$, dan umumnya diberi nilai 2.

Untuk menghitung sentroid pada kelompok C_i pada fitur j , kita menggunakan formula berikut:

$$C_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^N (U_{i1})^w * X_{ij}}{\sum_{i=1}^N (U_{i1})^w} \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan :

C_{ij} : Pusat *Cluster* ke- k , atribut ke- j

i : Jumlah data sampel sebanyak n data

U_{i1} : data partisi (pada matriks U) pada cluster ke- i dan data ke- 1 .

X_{1j} : data (pada matriks U) pada atribut ke 1 dan data ke- 1

W : pangkat

Penentuan titik *cluster* dilakukan secara berulang-ulang hingga diperoleh data yang akurat berdasarkan derajat keanggotaannya. Perulangan ini didasarkan pada minimalisasi fungsi obyektif yang meng-gambarkan jarak dari titik data ke pusat *cluster* yang terbobot oleh derajat keanggotaan. Formula fungsi obyektif yang digunakan adalah :

$$J = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^k (U_{i1})^w D(X_i, C_j)^2 \dots\dots\dots (2.13)$$

Keterangan :

- J : Fungsi obyektif pada Iterasi ke-
- N : jumlah data
- j* : *cluster* ke-*j* sebanyak *k cluster*
- w : bobot pangkat
- U_{i1} : nilai derajat keanggotaan X_i ke kelompok C_i

Dengan menggunakan fungsi obyektif *Fuzzy C-Means* mempartisi data masuk ke dalam *cluster-cluster* hingga optimasi dari fungsi obyektif tercapai.

2.7. Penelitian Sebelumnya

1. PENGOLAHAN CITRA IDENTIFIKASI KUALITAS BUAH MENGKUDU (*MORINDA CITRIFOLIA*) BERDASARKAN WARNA DAN TEKSTUR MENGGUNAKAN ANALISIS *CO-OCCURRENCE MATRIX*. Pada tahun 2012 Hamdan Sobri Andhika dari fakultas Teknik jurusan Informatika Universitas Muhammadiyah Gresik telah melakukan penelitian tersebut sebagai Tugas Akhir (Skripsi). Penelitian ini difungsikan untuk mengenali kualitas buah mengkudu berdasarkan tekstur dengan penyelesaian menggunakan metode Co-occurrence

Matrix. Dalam penyelesaian menggunakan metode tersebut, tingkat keberhasilan program mencapai 71,4%.

2. PERHITUNGAN POHON KELAPA SAWIT BERDASARKAN BENTUK MAHKOTA POHON MENGGUNAKAN CITRA FOTO UDARA. Soffiana Agustin, S.Kom,. M.Kom Dosen di fakultas Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Gresik telah melakukan penelitian ini untuk mengetahui jumlah pohon kepala sawit dalam suatu area dengan menggunakan *Intensity Weighted Centroid* (IWC), tingkat keakuratan mencapai 94,7%
3. KLASTERISASI DENGAN FUZZY C-MEANS PADA PELAT CITRA KENDARAAN UNTUK PENGENALAN KARAKTER ALFANUMERIK BERBASIS FOURIER TRANSFORM . Pada tahun 2012 Hernando Ivan dari fakultas Teknik jurusan Informatika STMIK GI MDP telah melakukan penelitian tersebut sebagai Tugas Akhir (Skripsi). Penelitian ini difungsikan untuk membangun aplikasi menggunakan citra pelat kendaraan bermotor sebagai media masukan, dan hasil keluaran berupa informasi yang meliputi nomor polisi, bulan, dan tahun berlakunya pelat kendaraan tersebut. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan pengenalan citra pelat kendaraan bagianb atas sebesar 90% dan bagian bawah sebesar 83%.
4. KLASIFIKASI POHON KELAPA SAWIT PADA CITRA FOTO UDARA BERDASARKAN TEKSTUR MENGGUNAKAN METODE K-NN. Pada tahun 2013 Hilmi. dari fakultas Teknik jurusan Informatika Universitas Muhammadiyah Gresik telah melakukan penelitian tersebut sebagai Tugas Akhir (Skripsi). telah melakukan penelitian ini untuk mengetahui jumlah pohon kepala sawit dalam suatu area dengan menggunakan metode KNN, tingkat keakuratan mencapai 85,21%